

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01L 21/20, 21/205	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/38201 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. Juli 1999 (29.07.99)
--	-----------	--

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/00203

(22) Internationales Anmeldedatum: 27. Januar 1999 (27.01.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 02 977.2 27. Januar 1998 (27.01.98) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):
FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH [DE/DE];
Wilhelm-Johnen-Strasse, D-52425 Jülich (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MANTL, Siegfried [AT/DE];
Tilgenkamp 17, D-52428 Jülich (DE). HOLLÄNDER,
Bernhard [DE/DE]; Hopperscheider Busch 32B, D-51467
Bergisch Gladbach (DE). LIEDTKE, Ralf [DE/DE];
Steinstrasse 10, D-51429 Bergisch Gladbach (DE).(74) Gemeinsamer Vertreter: FORSCHUNGSZENTRUM
JÜLICH GMBH; Personal und Recht - Patente -, D-52425
Jülich (DE).(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, KR, US, europäisches Patent
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

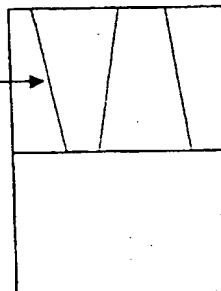
*Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.*

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A MONOCRYSTALLINE LAYER ON A SUBSTRATE WITH A NON-ADAPTED LATTICE AND COMPONENT CONTAINING ONE OR SEVERAL SUCH LAYERS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER EINKRISTALLINEN SCHICHT AUF EINEM NICHT GIT-TERANGEPASSTEN SUBSTRAT, SOWIE EINE ODER MEHRERE SOLCHER SCHICHTEN ENTHALTENDES BAUELEMENT

(57) Abstract

The invention relates to a method for the production of a monocrystalline layer on a substrate with a non-adapted lattice. To this end, a monocrystalline substrate with a buried, amply defective layer and a monocrystalline layer produced thereon are used. The buried, amply defective layer can be produced by hydrogen implantation.

THREADING
DISPLACEMENTSthreading-
VersetzungenMONOCRYSTALLINE
SURFACE LAYEREinkristalline
Oberflächenschicht

SUBSTRATE

Substrat

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einkristalliner Schichten auf nicht gitterangepassten Substraten. Dabei findet ein einkristallines Substrat mit vergrabener, defektreicher Schicht und darauf hergestellter einkristalliner Schicht Einsatz. Die vergrabene, defektreiche Schicht kann durch Wasserstoff-Implantation erzeugt werden.

Best Available Copy

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

B e s c h r e i b u n g

Verfahren zur Herstellung einer einkristallinen Schicht auf einem nicht gitterangepaßten Substrat, sowie eine oder mehrere solcher Schichten enthaltendes Bauelement

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer einkristallinen Schicht auf einem nicht gitterangepaßten Substrat gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Desweiteren betrifft die Erfindung ein eine oder mehrere solcher Schichten enthaltendes Bauelement gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Häufig wird die Herstellung einkristalliner Filme durch das zur Verfügung stehende Substratmaterial stark begrenzt, bzw. die Qualität der Filme vermindert. Unterschiedliche Kristallstrukturen, sowie unterschiedliche Gitterparameter zwischen Substrat und Schichtmaterial (Gitterfehlانpassung) verhindern in der Regel ein einkristallines Wachstum von Schichten hoher Qualität. Ein für mikroelektronische Anwendungen besonders wichtiges Beispiel sind Silizium-Germanium-(SiGe)-Legierungen auf Silizium (Si). Werden bei nicht angepaßten Gitterparametern einkristalline Schichten abgeschieden, so hat dies zur Folge, daß diese anfangs mechanisch verspannt aufgewachsen werden, d.h. deren Gitterstruktur unterscheidet sich in diesem Zustand von der eigenen. Überschreitet die abgeschiedene Schicht einen bestimmten Verspannungsgrad, so wird die mechanische Spannung durch Versetzungsbildung abgebaut und die Gitterstruktur kommt der eigenen näher. Diesen Prozeß nennt man Spannungsrelaxation, im folgenden „Relaxation“ genannt.

Bei Schichtdicken, die für Bauelemente häufig erforderlich sind, werden durch diese Relaxation Versetzungen an der Grenzfläche zwischen der gebildeten Schicht und dem Substrat eingebaut, wo-

bei aber auch nachteilig viele Versetzungen, von der Grenzfläche bis zur Schichtoberfläche verlaufen (sog. Threading-Versetzungen). Da sich die meisten dieser Versetzungen weiter durch neu aufgewachsene Schichten hindurch fortsetzen, verschlechtern sie die elektrischen und optischen Eigenschaften des Schichtmaterials erheblich.

Für die moderne Telekommunikation werden schnelle, kostengünstige Transistoren benötigt. Bisherige Transistoren, basierend auf Silizium, zeigen nicht die gewünschten Geschwindigkeiten, wobei solche, die aus Verbindungshalbleitern (GaAs) aufgebaut sind, diese erreichen. Jedoch ist der Einsatz von Verbindungshalbleitern nicht mit der bestehenden, weitverbreiteten Si-Technologie kompatibel. Durch die Verwendung von hochwertigen, relaxierten SiGe-Schichten können, wie bekannt, schnelle Transistoren entwickelt werden, die sich durch die weitgehende Kompatibilität mit der Si-Technologie auszeichnen.

Stand der Technik zur Herstellung von beispielsweise verspannungsfreien, qualitativ hochwertigen SiGe-Legierungs-Schichten auf Si-Substrat ist der Einsatz sog. „graded layer“. Hierbei handelt es sich um SiGe-Schichten, deren Ge-Konzentration zur Oberfläche hin bis zur Erreichung des gewünschten Ge-Gehalts kontinuierlich oder stufenweise zunimmt. Da zur Einhaltung der Schichtqualität nur ein Anstieg des Ge-Gehalts von ca. 10 Atomprozent pro μm eingesetzt werden kann, sind solche Schichten, je nach erreichter Ge-Konzentration zwei bis drei Mikrometer dick. Für das Schichtwachstum ist dies aus wirtschaftlicher und technologischer Sicht nicht befriedigend. Das Schichtwachstum dieser „graded layer“ wird in E.A.Fitzgerald et al., Thin Solid Films, 294 (1997) 3, beschrieben. Zudem führt dieses Verfahren häufig zu hohen Schichtrauigkeiten und unvollständiger Relaxation.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs bezeichneten Art sowie ein Bauelement zu schaffen, bei dem die oben angegebenen Nachteile vermieden werden, insbesondere die Bildung von Threading-Versetzungen vermieden wird.

5

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß der Gesamtheit der Merkmale nach Anspruch 1. Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Bauelement gemäß der Gesamtheit der Merkmale nach Anspruch 10. Weitere zweckmäßige oder vorteilhafte Ausführungsformen oder Varianten finden sich in den auf jeweils einen dieser Ansprüche rückbezogenen Unteransprüchen.

15

Die Aufgabe wird gemäß Patentanspruch 1 dadurch gelöst, daß im einkristallinen Substrat eine vergrabene, defektreiche Schicht gebildet wird. Es wurde erkannt, daß die auf der Substratoberfläche gebildete Schicht sodann relaxiert und dabei die Bildung von Threading-Versetzungen verhindert wird. Es wurde zudem erkannt, daß auf diese Weise der Gitterparameter der so gebildeten Schicht der eigenen Gitterstruktur näher kommt als die ursprüngliche verspannte Schicht, derart, daß die Qualität des abgeschiedenen Films sich erfindungsgemäß nicht durch den Einbau von Kristalldefekten verschlechtert. In vorteilhafter Weise wird beim erfindungsgemäßen Verfahren zudem erreicht, daß die Oberflächenrauigkeit der gebildeten Schicht im Vergleich zu konventionell hergestellten Schichten deutlich geringer ist. Schließlich ist in vorteilhafter Weise der Spannungsrelaxationsgrad in der erfindungsgemäßen Schicht deutlich erhöht. Es kann vorteilhaft sein, gemäß Patentanspruch 2 die vergrabene Schicht ohne Störung der Oberflächenstruktur des Substrats möglichst nahe an dieser Oberfläche zu bilden.

25

30

Die Bildung der unterhalb der Substratoberfläche vergrabenen, defektreichen Schicht kann gemäß Patentanspruch 3 mittels Io-

nenimplantation erfolgen. Gemäß Patentanspruch 4 kann Wasserstoff als Ionensorte zum Einsatz kommen.

Das gemäß Patentanspruch 4 beanspruchte Verfahren sieht eine vorteilhafte, versetzungsfreie Bildung der auf der Substratoberfläche gebildeten Schicht vor bei einer Implantationsdosis im Bereich von $1 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ bis $1 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-2}$. Die Ionenimplantation kann gemäß Patentanspruch 5 wahlweise entweder vor der Abscheidung des kristallinen Films oder aber auch nach der Abscheidung des kristallinen Films zur Bildung der Schicht erfolgen.

Bei einer vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, ein auf die Wahl des Substrat- und Filmmaterials abgestimmte Ionensorte zur Implantation zu wählen. Besonders geeignet können dazu gemäß Patentanspruch 6 leichte Ionen oder Edelgasionen sein.

Gemäß Patentanspruch 7 wird das erfindungsgemäße Verfahren sehr vorteilhaft ausgebildet, indem durch weitere Implantationen die Defektstruktur, beispielsweise in der Tiefe, optimiert werden kann. Zudem begünstigt eine solche zweite Implantation mittels einer zweiten Ionensorte die Erhöhung der Defektdichte oder die Erhöhung der Gasbläschendichte.

Gemäß Patentanspruch 8 wird sehr vorteilhaft das erfindungsgemäße Verfahren zwecks thermisch induzierter Relaxation und Defektreduzierung durch eine Glühbehandlung ergänzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht beschränkt auf den Einsatz von Silizium-Substraten zur Bildung einer vergrabenen, defektreichen Schicht. Vielmehr kann es vorteilhaft sein, eines der gemäß Patentanspruch 9 aufgeführten Substratmaterialien einzusetzen.

Das erfindungsgemäße Bauelement gemäß Patentanspruch 10, 11 oder 12 weist den Vorteil auf, daß die von einem Bauelement geforderten, mikroelektronischen oder optoelektronischen Eigenschaften in den gebildeten Schichten ohne von Threading-Versetzen 5 nachteilig beeinträchtigt oder gestört zu werden, optimal ausbildbar sind.

Einerseits kann es sich bei der erfindungsgemäß hergestellten Schicht bereits um das gewünschte Endprodukt handeln. Jedoch ist 10 es auch vorstellbar, daß diese erfindungsgemäß gebildete Schicht eine geeignete Basis, zum Beispiel als Pufferschicht für das Aufwachsen einer weiteren Schicht bildet. Auf diese Weise bildet sie eine Keimschicht für das weitere Wachstum eines einkristal-
linen Films.

15

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer relaxierten, einkristallinen Schicht mit geringer Versetzungsdichte beinhaltet zudem in vorteilhafter Weise die Herstellung einer ver- 20 grabenen, defektreichen Schicht im Substrat durch Wasserstoff-Implantation. Diese leichte Ionensorte läßt eine präzise, definierte Defektbildung innerhalb des Substrats in erwünschter Tiefe zu.

Die Erfindung ist im weiteren an Hand von Figuren und Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt: 25

Fig. 1: Schematische Darstellung einer nach dem bisherigen Verfahren mittels Heteroepitaxie auf nicht gitterfehlgepaßtem Substrat hergestellten Schicht mit einer Vielzahl 30 durch die Oberflächenschicht verlaufenden Threading-Versetzungen;

Fig. 2: nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Schicht mit einer nahezu versetzungsfreien Oberfläche;

5 Fig. 3: Oberflächenstruktur einer konventionell relaxierten Si-Ge-Schicht;

10 Fig. 4: Oberflächenstruktur einer erfindungsgemäß hergestellten SiGe-Schicht.

Ausführungsbeispiele

15

In der Zeichnung wird zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Verfahrensweise in schematischen Darstellungen eine nach bisheriger Verfahrensweise mit einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Schicht verglichen.

20

In der Figur 1 ist eine Schicht, die nach dem bisherigen Verfahren mit Heteroepitaxie auf nicht gitterfehlangepaßtem Substrat hergestellt wurde, wobei viele Threading-Versetzungen durch die Oberflächenschicht verlaufen, gezeigt.

25

In der Figur 2 ist die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Schicht in Seitenansicht gezeigt. Die hier eingezeichneten, in das Substrat hineinlaufenden Threading-Versetzungen, müssen nicht notwendigerweise entstehen.

30

Wie aus Fig. 1 zu ersehen ist, gelingt es nach dem als Stand der Technik bekannten Verfahren nicht, auf dem Substrat eine einkristalline, spannungsfreie Oberflächenschicht ohne Threading-Versetzungen abzuschneiden.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Bauteil ist das einkristalline Substrat, das eine vergrabene defektreiche Schicht besitzt, derart beschaffen, daß die Threading-Versetzungen in die defektreiche Schicht des Substrates verlaufen und nicht durch die einkristalline Oberflächenschicht (den Film) verlaufen.

Ausführungsbeispiel 1

10

Einkristalliner Si-Ge Mischkristall auf wasserstoff-implantiertem Si-Substrat

Als Substrat wurde ein Si-Wafer verwendet. In dieses Substrat wird mit einer handelsüblichen Implantationsanlage Wasserstoff mit einer Dosis von $1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ und der Energie von ca. 1 keV implantiert, so daß eine oberflächennahe, vergrabene Defektschicht entstand, ohne in den obersten Atomlagen des Si-Substrats Defekte zu erzeugen. Die so hergestellte Defektschicht ist bis ca. 700°C stabil, d.h. die Defekte werden bis zu dieser Temperatur kaum ausgeheilt. Dies ermöglicht die nachfolgende Abscheidung von Silizium (Si) und Germanium (Ge) im Verhältnis 80 : 20 mittels Molekularstrahlepitaxie (MBE) bei ca. 500°C. Die so erhaltene Oberflächenschicht steht teilweise noch unter mechanischer Spannung.

25

Durch nachfolgendes Tempern (1100°C, 30s) wurde die mechanische Spannung der Oberflächenschicht abgebaut, wobei die Versetzungen zur vergrabenen, defektreichen Schicht im Si-Substrat verlaufen (Fig.2). Die so hergestellten Si-Ge-Schichten können entweder direkt verwendet werden, oder als Zwischenschicht für weiteres epitaktisches Wachstum von Heterostrukturen und Übergittern dienen.

30

Ausführungsbeispiel 2

5 Einkristalliner Si-Ge Mischkristall auf Si und nachgeschalteter
Wasserstoffimplantation

Als Substrat wurde ein Si-Wafer verwendet. Dieses käufliche Substrat wurde - wie in der Si-Epitaxie üblich - gereinigt, um eine perfekte und saubere Oberfläche zu erhalten. Anschließend wurde
10 bei 500° C Si und Ge im Verhältnis 80 : 20 mittels Molekularstahlepitaxie (MBE) abgeschieden. Die so erhaltene, einkristalline, nur 200nm dicke Oberflächenschicht steht unter mechanischer Spannung. Nach der Epitaxie der Oberflächenschicht wird mit einer Implantationsanlage Wassertoff mit einer Dosis von 1
15 10^{16} cm^{-2} implantiert. Dabei wird die Implantationsenergie der H^+ -Ionen so gewählt, z.B. 20 keV H^+ , daß die vergrabene, defektreiche Schicht dicht unterhalb der Grenzfläche von der Oberflächenschicht zum Si-Substrat entsteht. Durch nachfolgendes Tempern (1100°C , 30s) wird die mechanische Spannung der Oberflä-
20 chenschicht abgebaut, wobei die Versetzungen zur vergrabenen, defektreichen Schicht im Si-Substrat verlaufen (Fig.2). Die so hergestellten Si-Ge-Schichten können entweder direkt verwendet werden oder als Zwischenschicht für weiteres epitaktisches Wachstum von Heterostrukturen und Übergittern dienen.

25 Ein besonderes Merkmal der erfindungsgemäß hergestellten Schichten liegt darin, daß sie eine deutlich geringere Oberflächenrauigkeit aufweisen als die konventionell hergestellten Schichten. Figur 3 zeigt den Verlauf einer konventionell hergestellten
30 Schicht, die Oberflächenstufen im Bweriech von 1 bis 5nm (nanometer) aufweist. In Gegensatz dazu zeigt der in Figur 4 dargestellte Verlauf einer erfindungsgemäß hergestellten Schicht eine deutlich glattere Oberfläche ohne wesentliche Oberflächenstufen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer einkristallinen Schicht auf
einem nicht gitterangepaßten, einkristallinen Substrat, bei
5 dem auf der Oberfläche des Substrats die einkristalline
Schicht, insbesondere durch Abscheidung, gebildet wird, da-
durch gekennzeichnet, daß in dem einkristallinen
Substrat eine vergrabene, defektreiche Schicht gebildet wird.
- 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die vergrabene, defektreiche Schicht ohne Störung der
Struktur der Substratoberfläche möglichst nahe dieser Substra-
toberfläche gebildet wird.
- 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die vergrabene, defektreiche Schicht im
Substrat mittels Ionenimplantation, insbesondere Wasserstoff-
20 Implantation, gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß die Implantation, insbesondere die Wasserstoffimplanta-
25 tion, mit einer Dosis im Bereich von $1 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ bis $1 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-2}$
durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekenn-
30 zeichnet, daß die vergrabene, defektreiche Schicht im

Substrat vor oder nach Abscheidung der Oberflächenschicht gebildet wird.

5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Implantation mit leichten Ionen oder Edelgasionen durchgeführt wird.

10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach der ersten Implantation zur Erzeugung von Defekten eine weitere Implantation unter Einsatz einer von der ersten Ionensorte verschiedenen zweiten Ionensorte durchgeführt wird.

15

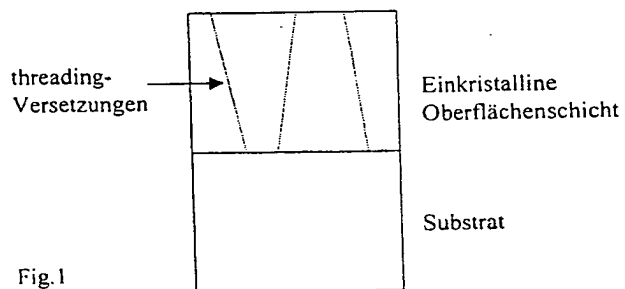
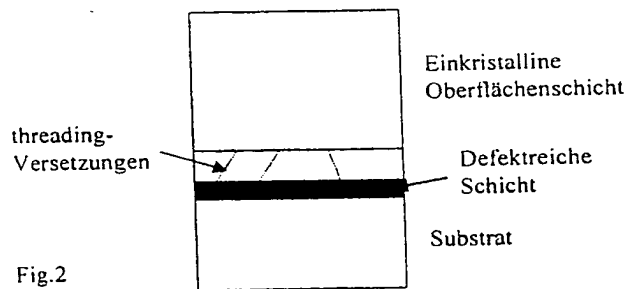
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abscheidung der epitaktischen, einkristallinen Oberflächenschicht und der Ionenimplantation
20 eine Glühbehandlung nachgeschaltet wird oder diese Glühbehandlung während der Schichtabscheidung erfolgt.

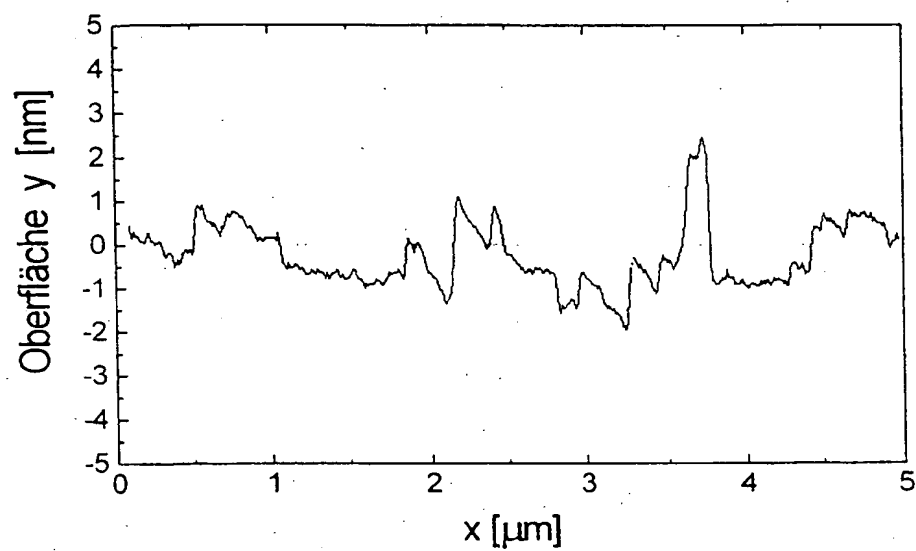
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche gekennzeichnet durch Verwendung von Silizium, Germanium, GaAs, SiC, Saphir, oder InP als Substratmaterial.
25

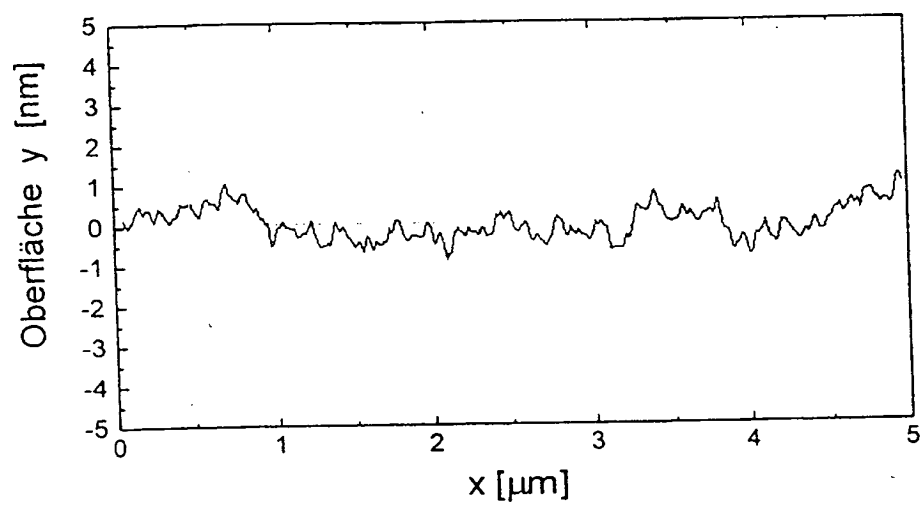
10. Bauelement mit einer oder mehrerer nach einem der Verfahren
30 gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellten Schichten.

11. Blaue Diode auf der Basis einer einkristallinen GaN-Schicht auf einem Saphir-Substrat als Bauelement nach Anspruch 10.

12. Transistor, insbesondere Modulated Doped Feldeffekttransistor (ModFET) als Bauelement nach Anspruch 10.

**Figur 1****Figur 2**

**Figur 3**

**Figur 4**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 99/00203

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01L21/20 H01L21/205

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 475 378 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 18 March 1992 see the whole document ---	1,2,4, 8-10
X	DE 37 43 734 A (LICENTIA GMBH) 13 July 1989 see column 3, line 12-53; claim 7; figure 2 --- -/--	1-3,5,9, 10



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 June 1999

Date of mailing of the international search report

10/06/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Visentin, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/99/00203

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>PALMETSHOFER L ET AL: "Behaviour of radiation defects under the influence of mechanical strain in ion-implanted silicon"</p> <p>NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - B: BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS, vol. 127-128, 1 May 1997, page 38-42 XP004096762 see page 38 - page 39</p>	1-6,8,9
A	<p>US 4 819 037 A (SAKAKIBARA NOBUYOSHI ET AL) 4 April 1989 see the whole document</p>	1-3,5, 8-10
A	<p>US 5 084 411 A (LADERMAN STEPHEN ET AL) 28 January 1992</p>	
P,X	<p>HOLLANDER B ET AL: "Enhanced strain relaxation of epitaxial SiGe layers on Si(100) after Hion implantation"</p> <p>NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - B: BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS, vol. 148, no. 1-4, 2 January 1999, page 200-205 XP004156489 see page 200 - page 202</p>	1-6,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International patent family members

International Application No

DE 99/00203

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0475378	A	18-03-1992	DE 4029060 A	19-03-1992
			CA 2051154 A	14-03-1992
			JP 7006950 A	10-01-1995
			US 5735949 A	07-04-1998

DE 3743734	A	13-07-1989	NONE	

US 4819037	A	04-04-1989	JP 2041163 C	09-04-1996
			JP 7070711 B	31-07-1995
			JP 62286283 A	12-12-1987

US 5084411	A	28-01-1992	US 5256550 A	26-10-1993

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC 99/00203

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01L21/20 H01L21/205

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01L

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 475 378 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 18. März 1992 siehe das ganze Dokument ---	1, 2, 4, 8-10
X	DE 37 43 734 A (LICENTIA GMBH) 13. Juli 1989 siehe Spalte 3, Zeile 12-53; Anspruch 7; Abbildung 2 --- -/--	1-3, 5, 9, 10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Researchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Juni 1999

Absenddatum des internationalen Researchenberichts

10/06/1999

Name und Postanschrift der internationalen Researchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Visentin, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>PALMETSHOFER L ET AL: "Behaviour of radiation defects under the influence of mechanical strain in ion-implanted silicon"</p> <p>NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - B: BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS, Bd. 127-128, 1. Mai 1997, Seite 38-42 XP004096762 siehe Seite 38 - Seite 39 ---</p>	1-6,8,9
A	<p>US 4 819 037 A (SAKAKIBARA NOBUYOSHI ET AL) 4. April 1989 siehe das ganze Dokument ---</p>	1-3,5, 8-10
A	<p>US 5 084 411 A (LADERMAN STEPHEN ET AL) 28. Januar 1992 ---</p>	
P,X	<p>HOLLANDER B ET AL: "Enhanced strain relaxation of epitaxial SiGe layers on Si(100) after Hion implantation"</p> <p>NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - B: BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS, Bd. 148, Nr. 1-4, 2. Januar 1999, Seite 200-205 XP004156489 siehe Seite 200 - Seite 202 -----</p>	1-6,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/JP 99/00203

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0475378 A	18-03-1992	DE 4029060 A	19-03-1992
		CA 2051154 A	14-03-1992
		JP 7006950 A	10-01-1995
		US 5735949 A	07-04-1998
DE 3743734 A	13-07-1989	KEINE	
US 4819037 A	04-04-1989	JP 2041163 C	09-04-1996
		JP 7070711 B	31-07-1995
		JP 62286283 A	12-12-1987
US 5084411 A	28-01-1992	US 5256550 A	26-10-1993

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)